Automatisation
en conception électronique

1. **Étapes de conception et fabrication**
2. Profil du client
3. Identification des besoins du client
4. Contraintes de fabrication ou d'utilisation
5. Démarche systémique
6. Sécurité en électronique

C.1 Étapes de conception et fabrication

En général, on retrouve 5 étapes:

I. Conception (problématique, contraintes, objectifs, méthodologie adoptée, etc.)

II. Dessin

III. Expérimentation

IV. Construction du prototype

V. Essai, dépannage et documentation finale (résultats et conclusion)

C.1 Étapes de conception et fabrication

Étape I – Conception:

1. On rédige le document de spécifications ou devis
2. On produit trois dessins *préliminaires* de conception:
    a. diagramme du système
    b. croquis du circuit
    c. dessin du boîtier

C.1 Étapes de conception et fabrication

Étape I – Conception:

- **Production du document de spécification:**
  - énoncé du projet
  - critères de conception par rapport aux besoins du client
  - solution proposée: composants, technologies, etc.
  - fonctionnalité du système
  - planification: responsabilités et échéanciers pour chacune des tâches menant à la réalisation

C.1 Étapes de conception et fabrication

Étape I – Conception:

- **Production de dessins:**
  - **diagramme du système:** schéma bloc avec tous les unités fonctionnels
  - **croquis du circuit:** schéma électrique préliminaire qui identifie tous les composants et leurs valeurs
  - **plan du boîtier:** schéma mécanique du produit, avec connecteurs, affichage, etc.

C.1 Étapes de conception et fabrication

Étape II – Dessin:

- **On produit l'ensemble des dessins requis pour réaliser le système, entre autres:**

1. schéma de fonctionnement: calculs et choix de pièces
2. dessin du montage expérimental ('breadboard')
3. dessin de disposition ('layout')
4. dessin modèle de la plaquette de circuit imprimé ('artwork')

C.1 Étapes de conception et fabrication

Étape II – Dessin: (suite)

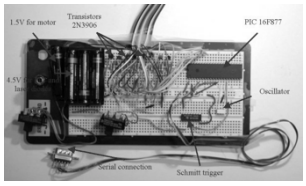
- **On produit l'ensemble des dessins requis pour réaliser le système, entre autres:**
-

5. dessin(s) de fabrication de la plaquette de circuit imprimé
6. dessin(s) d'assemblage
7. dessin(s) mécaniques de la tôle du boîtier
8. schéma(s) de câblage
9. dessin de l'ass. final (illustration du produit)

C.1 Étapes de conception et fabrication

Étape III – Expérimentation:

- **On vérifie le bon fonctionnement du principe et on met la conception à l'épreuve**
  - montage du prototype sur une plaquette perforée ou 'backlite'
  - l'importance du test en fabrication électronique
  - tests structurels *vs* fonctionnels
  - **Rem.**: pour un circuit moderne qui est rapide, cette méthode est fastidieuse et sujette aux erreurs



C.1 Étapes de conception et fabrication

Étape III – Expérimentation: (suite)

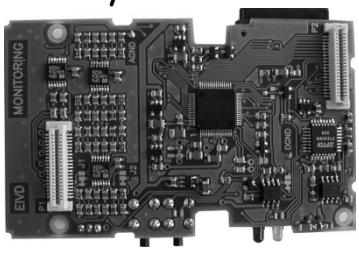
- **On délaisse cette méthode pour immédiatement construire un *pré-prototype:***
  - une plaquette de circuit imprimé (PCB)
  - la vérification est effectué sur cette plaquette

  important:
  - développer un plan pour tests automatisés
  - documenter les résultats

C.1 Étapes de conception et fabrication

Étape IV – Construction du prototype:

- **On réalisé à partir de plaquettes de circuit imprimé:**
  - **carte électronique:** matériel isolant avec plusieurs couches de cuivre pour connecter les composants du système
  - la fabrication de PCB est très spécialisée



C.1 Étapes de conception et fabrication

Étapes III et IV:

- **Production de documents:**
  - plan des tests
  - résultats des essais
  - sommaire et des recommandations

C.1 Étapes de conception et fabrication

Étapes III et IV:

- ***Révision des dessins*:**
  - schéma de fonctionnement
  - modèle, disposition et assemblage du PCB
  - tôle du boîtier
  - schéma de câblage
  - assemblage final
  - montage expérimental (inutile si on fusionne III et IV)

C.1 Étapes de conception et fabrication

Étape V – Essai, dépannage et documentation:

- **On vérifie que le prototype fonctionne comme prévu, selon les critères de conception:**
  - on effectue les tests *sur le terrain*, et sous des conditions d'opération normales

C.1 Étapes de conception et fabrication

Étape V – Essai, dépannage et documentation (suite):

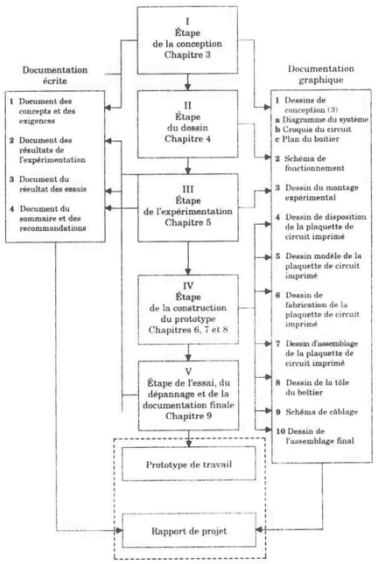
- **On documente pour indiquer la procédure de mise en opération, de raccord et d'utilisation**
  - manuel technique (détaillé)
  - manuel d'utilisation (superficiel)

C.1 Étapes de conception et fabrication

Étape V – Essai, dépannage et documentation:

- **Production de documents:**
  - résultats des essais
  - sommaire des recommandations

C.1 Étapes de conception et fabrication



C.1 Étapes de conception et fabrication

- **Environnement de travail** – les éléments requis pour réaliser les 5 étapes:
  1. outils pour le montage et la réparation
     - banc de travail, fer à souder, plaquettes, microscope, etc.
  2. plans (CAO/FAO) sous forme de dessins et de documentation écrites pour la fabrication
  3. matériel (e.g., composants électroniques)
  4. connaissances et maîtrises des techniques pour mener le projet à terme

SOMMAIRE

C. Automatisation en conception électronique:

1. Étapes de conception et fabrication
2. **Profil du client**
3. Identification des besoins du client
4. Contraintes de fabrication ou d'utilisation
5. Démarche systémique
6. Sécurité en électronique

C.2 Profile du client

Q: Où se situe le client?

- **Client** ≡ celui qui va utiliser le circuit en bout de ligne
- **Principe 1**: *Considérer les valeurs qui gouvernent mon client*
  - est-ce le fiabilité, efficacité, précision, coût,...?
  - intégrées ces valeurs lors de la gestions des contraintes, et le choix de solutions

C.2 Profil du client

Q: Où se situe le client? (suite)

- **Principe 2**: *Concevoir des systèmes qui répondent aux besoins de leur client*
  - processus de conception à l'origine du besoin
  - ne pas anticiper les besoins futurs
- **Principe 3**: *Rien ne sert de réinventer la roue*
  - chercher les solutions les plus simples
  - recycler autant que possible

C.2 Profile du client

Q: Lien entre le client (payeur) et concepteur?

- Identifier le payeur et les conditions attachées au paiement
- Confirmer que vos décisions correspondent aux exigences du payeur

C.2 Profile du client

Q: Importance du système pour le client ou l'utilisateur?

- Évaluer l'importance et les risques professionnelles du produit
- Respecter propriété intellectuel
- Processus parallèle de conception
  - considérer les besoins d'autres groupes de l'organisation (ventes, marketing, etc.) dans vos décisions

SOMMAIRE

C. Automatisation en conception électronique:

1. Étapes de conception et fabrication
2. Profil du client
3. **Identification des besoins du client**
4. Contraintes de fabrication ou d'utilisation
5. Démarche systémique
6. Sécurité en électronique

C.3 Identification des besoins du client

- **Afin de choisir une solution technologique parmi plusieurs alternatives:**
  - on doit réaliser, autant que possible, les besoins exacts du client
  - on doit satisfaire à plusieurs contraintes
- **Il faut isoler les besoins du client à plusieurs niveaux**

C.3 Identification des besoins du client

A. **INGÉNIERIE**:

- Quelle est la précision requise?
  - résolution du convertisseur A-N, précision des composants internes, etc.
- En quelle quantité sera-t-il fabriqué?
  - choisir une solution qu'on peut répliquer et qui est robuste aux variations de composants
  - pré-production à petite échelle pour évaluer la variabilité inter-carte
  - augmentation du coût associé aux défauts

C.3 Identification des besoins du client

A. **INGÉNIERIE**:

- Non divulgation des informations?
  - signature d'un ententes de confidentialité?
- À qui appartiendra la propriété intellectuelle?
  - on doit gérer les innovations avec des ententes
- Quand le produit sera-t-il considéré comme livré et conforme?
  - établir un échéancier et une liste de livrables

C.3 Identification des besoins du client

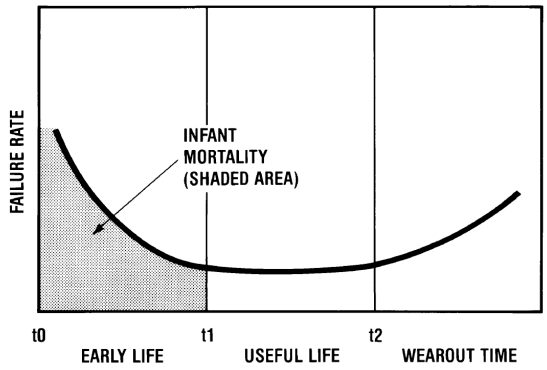
B. MARKETING ET VENTES:

- À qui sert le produit?
  - domaine, applications, utilisations, etc.?
- Interface homme-machine?
- La durée et le type de la garantie?
  - étude de fiabilité pour déterminer le MTBF, le MTTR, la mortalité infantile, etc.
  - le besoin de redondance?

C.3 Identification des besoins du client

B. MARKETING ET VENTES:

- Courbe de fiabilité d'un système: le nombre de défectuosités *vs* le temps



C.3 Identification des besoins du client

B. MARKETING ET VENTES:

- Causes des défectuosités de composants:

Défauts à court terme (mortalité infantile)	Défauts à moyen terme	Défaut à long terme (usure)
contrôle de qualité inadéquat	erreur de conception	concentration de stress
main d'œuvre déficiente	marge de sécurité insuffisante	corrosion
essais insuffisants	défauts non détectés	fatigue
matériaux hors standard	application inadéquate	dérive
contamination	utilisation abusive	abrasion
erreur humaine	manque d'entretien	environnement non adapté
emballage inadéquat	événement naturel	entretien déficient

C.3 Identification des besoins du client

C. SERVICE:

- Après un faillite, qui assurera le service?
  - manufacturier, client, distributeur, etc.?
  - formation de personnel adéquat?

SOMMAIRE

C. Automatisation en conception électronique:

1. Étapes de conception et fabrication
2. Profile du client
3. Identification des besoins du client
4. **Contraintes de fabrication ou d'utilisation**
5. Démarche systémique
6. Sécurité en électronique

C.4 Contraintes de fabrication

1. Temps disponible pour le fabriquer:

Il faut beaucoup d'expérience pour viser juste

Pour faire de bonnes prévisions, vous devez bien connaître les ressources matérielles et humaines

- découpez le projet en activités nécessaires
- pour chaque activité, définissez:
  - les ressources matérielles et humaines

C.4 Contraintes de fabrication

1. Temps disponible pour le fabriquer (suite):

- pour chaque activité, définissez:
  - les activités précédentes et subséquentes
  - déterminez l'influence de facteurs externes
- structurez le projet en établissant les jalons et les livrables

C.4 Contraintes de fabrication

2. Conditions d'utilisation – température

- La tension de jonctions PN semiconducteurs diminue (ou augmente) lorsque la température augmente (ou diminue).
- Les composants passifs (résistances, bobines ou condensateurs) varient peu mais si les écarts sont grands, il peut y avoir une influence importante

C.4 Contraintes de fabrication

2. **Conditions d'utilisation** – température

- il est nécessaire d'identifier la variation des différents paramètres *vs* la plage de variation de la température → **identifier le pire cas**

C.4 Contraintes de fabrication

2. Conditions d'utilisation – température

- **circuits commerciaux**: doivent fonctionner sur une plage entre 0°C et +70°C
- **circuits industriels**: doivent fonctionner sur une plage entre -40°C et +85°C
- **circuits militaires**: doivent fonctionner sur une plage entre -55°C et +125°C, et être inspectés selon des normes MILSPEC

C.4 Contraintes de fabrication

2. Conditions d'utilisation – humidité

- peut endommager un circuit en produisant des courts-circuits ou des courants de fuite
  - **ex**: les courants de fuites modifient les impédances et affectent le niveau des signaux des ampli-ops
- certains composants électromécaniques (potentiomètres ou relais) peuvent aussi être affectés

C.4 Contraintes de fabrication

3. Dimensions physiques et le poids:

- **Dimensions physiques disponibles pour loger votre circuit?**
  - **éléments critiques:** du boîtier, des connecteurs, des ouvertures pour assurer le service et le remplacement des pièces
- **Plus la fréquence sera élevée, plus les noyaux des composants magnétique (bobines et transfos) seront réduites pour une même puissance**

C.4 Contraintes de fabrication

4. Limites: tension, courant, consommation:

- **Déterminer vos besoins pour les transfos, diodes, condensateurs de filtrage, régulateurs, etc. ?**
  - déterminer l'ensemble des tensions qui seront requises: valeur et type, C.A. ou C.C.
  - pour chacune des tensions, fixer le courant et la puissance qui sera nécessaire
  - selon l'efficacité requise, adapter votre technologie

C.4 Contraintes de fabrication

5. Alimentation du circuit:

- **par secteur:** besoin de transfo pour abaisser la tension C.A. et redresseur pour obtenir une tension C.C.
  - C.I. transfo-redresseurs: déjà certifiés et ne nécessiteront pas d'essais spécifiques
- **par pile:** doit tenir compte du type de pile, de leur nombre, de leur capacité et de leur disponibilité
  - indication externe de l'état de charge des piles afin de prévoir à l'avance le remplacement des piles

C.4 Contraintes de fabrication

6. Conditions de fabrication:

- Normes de qualité affectant les processus de fabrication , ISO9001-2000, etc.?
  - le manufacturier énonce procédures: spécifications, conception, choix des pièces, inspection, assemblage, soudure, tests, vieillissement, etc.
  - Ensuite, il établit des postes de vérification qui assurent que les procédures sont suivies en conformité

C.4 Contraintes de fabrication

7. Certifications requises:

- Association canadienne de normalisation (ACNOR) ou CSA:
  - établissement de normes à accroître la qualité et sécurité des produits
  - selon le produit et le marché ciblé, différentes normes seront applicables et influenceront la conception des circuits
- certification: remis au laboratoire de certification afin d'effectuer les essais